HIGH STRENGTH WIRE ROD EXCELLENT IN DELAYED FRACTURE RESISTANCE, ITS PRODUCTION, AND HIGH STRENGTH BOLT

Publication number: JP11315349
Publication date: 1999-11-16

Inventor:

NAMIMURA YUICHI; IBARAKI NOBUHIKO; MAKII

KOICHI; KAKO HIROSHI

Applicant:

KOBE STEEL LTD

Classification:

- international:

F16B35/00; B21J5/00; C21D8/06; C21D9/52; C22C38/00; C22C38/10; C22C38/30; F16B35/00; B21J5/00; C21D8/06; C21D9/52; C22C38/00; C22C38/10; C22C38/30; (IPC1-7): C22C38/00; B21J5/00; C21D8/06; C21D9/52; C22C38/10;

C22C38/30; F16B35/00

- european:

Application number: JP19980121542 19980430 Priority number(s): JP19980121542 19980430

Report a data error here

Abstract of JP11315349

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high strength wire rod having excellent delayed fracture resistance as well as >=1200 N/mm<2> tensile strength, a useful method for obtaining a high strength wire rod like that, and a high strength bolt having the above characteristics. SOLUTION: This wire rod is composed of a steel containing 0.5-1.0% C, and the area ratio of a pearlitic structure having a pearlite nodule size of No.7 or above by grain size number is regulated to >=80% by inhibiting the formation of structures of one or >=2 kinds among pro-eutectoid ferrite, pro-eutectoid cementite, bainite, and martensite and also strength is regulated to >=1200 N/mm<2> by means of heavy wire drawing. Moreover, the steel is heated to 800-1000 deg.C, cooled rapidly down to 520-650 deg.C, and isothermally held at the temperature, by which the formation of structures of one or >=2 kinds among pro- eutectoid ferrite, pro-eutectoid cementite, bainite, and martensite is inhibited to regulate the area ratio of a pearlitic structure having a pearlite nodule size of No.7 or above by grain size number to >=80%. Then, strength is regulated to >=1200 N/mm<2> by means of heavy wire drawing.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(11)特許出顧公開番号

特開平11-315349

(43)公開日 平成11年(1999)11月16日

| 38/00 5/00 8/06 9/52 | | | | | | | | | |
|--|----------|------|------|------|-------|---------|----|-------|--------|
| 8/00 301 C22C 38/00 301Y 5/00 B211 5/00 A 8/06 C21D 8/06 A 9/52 103 A 104 審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全10 頁) |)Int.Cl. | | 說別記号 | | F | | | | |
| 5/00 B 2 1 1 5/00 A 8/06 C 2 1 D 8/06 A 9/52 1 0 3 9/52 1 0 3 B 1 0 4 審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全 10 頁) | 222C 3 | 00/8 | 301 | | C 2 2 | C 38/00 | ., | 301Y | |
| 8/06 C21D 8/06 A 9/52 103 9/52 103B 104 審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全10頁) | 321J | 2/00 | | | B 2 1 | 1 5/00 | | 4 | |
| 103 104 第空請求 未請求 請求項の数9 OL (全 10 頁) | C 2 1 D | 90/8 | | | C 2 1 | D 8/06 | | 4 | |
| 104 審查請求 未請求 請求項の数9 OL (全10頁) | | 9/52 | 103 | | | 9/25 | | 103B | |
| 未開求 闘求項の数9 OL (全10 頁) | | | 104 | | | | | 104 | |
| | | | | 審查請求 | 米群米 | 耐水項の数9 | | 全10月) | 最終頁に統く |

| | (14)代謝人 非磁士 小谷 12月 (ウ.1.4) | | (72)発明者 埃木 信辞 | 1000万种 100000000000000000000000000000000 | 神戸市職区議長東日 株式会社神戸 | (72)発明者 並村 裕一 | | 特 阿 平10-121542 平成10年(1988) 4 月30日 |
|---|--|--|-----------------------------------|--|---------------------------|--------------------|----------------------|---|
| (74)代理人 弁理士 小谷 悦町 (外1名) | | | | | | | 社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内 | |
| | | 社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内 | | | | | 神戸市西区高級台1丁目5番5号 株式会 | |
| | | 神戸市西区高級台1丁目5番5号 株式会社市西区高級合1丁目5番5号 株式会社市政府市政府市政会技術研究所方 | 神戸市線区線技術目 2番地 株式会社神戸 短視所 神戸 世級所 内 | | | | | |
| | | | 神戸市韓区豫浜東町2番地 株式会社神戸 | | | | 製鋼所神戸製飲所内 | |
| | | | | (72)発明者 埃木 信藤 | | | 神戸市霧区霧浜東町2番地 株式会社神戸 | |
| | | | | | | | 兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号 | 平成10年(1998) 4月30日 |
| (72)発明者(72)発明者(72)発明者(74)代理人 | 平成10年(1988) 4 月30日 (72)発明者 (72)発明者 | 平成10年(1988) 4 月30日 (72) 発明者 (72) 発明者 (72) 発明者 | 平成10年(1988) 4 月30日 (72)発明者 | 平成10年(1988) 4 月30日 (72)発明者 | 平成10年(1998) 4月30日 (72)発明者 | 平成10年(1998) 4 月30日 | 株式会社神戸製鋼所 | |
| 平成10年(1988) 4 月30日 (72)発明者 (72)発明者 (72)発明者 | 平成10年(1998) 4 月30日 (72)発明者 (72)発明者 (72)発明者 (72)発明者 | 平成10年(1988) 4 月30日 (72) 発明者 (72) 発明者 | 平成10年(1988) 4 月30日 (72)発明者 | 平成10年(1998) 4月30日 (72)発明者 | 平成10年(1988) 4月30日 (72)発明者 | 平成10年(1988) 4 月30日 | | 特 國平10-121542 |

54) 【発明の名称】 耐遅れ破壊性に優れた高強度解材およびその製造方法並びに高強度ポルト

引張強度が1200N/mm² 以上でありな がら耐退れ破壊性に優れた高強度線材、およびその様な 高強度線材を得る為の有用な方法、並びに上記の特性を 有する高強度ポルトを提供する。

急冷し、その温度で恒温保持することにより、初析フェ サイトの1種または2種以上の組織生成を抑制して、パ り、也折フェライト、也枯セメンタイト、ペイナイトお たものであり、且つ強伸線加工によって 1 2 0 0 N / m 1000℃に加熱した後、520~650℃の温度まで ** ライト、初作セメンタイト、ペイナイトおよびマルテン **一ライトノジュールサイズが粒度番号でNo.7以上の** パーライト組織の面積率を80%以上とし、その後強伸 よびマルテンサイトの1種または2種以上の組織生成を o. 7以上のパーライト組織の面積率を80%以上とし m² 以上の強度にしたものである。また鋼材をB00~ 線加工によって1200N/mm2 以上の強度にする。 【解決手段】 C:0.5~1.0%を含む調からな 抑制し、パーライトノジュールサイズが粒度番号でN

ルサイズが粒度番号でNo. フ以上のパーライト組織の によって1200N/mm2以上の強度と優れた耐遅れ 破壊性を有する様にしたものであることを特徴とする耐 以下同じ)を含む鋼からなり、初析フェライト、初析セ メンタイト、ベイナイトおよびマルテンサイトの1種ま たけ2種以上の組織生成を抑制し、パーライトノジュー 面積率を80%以上としたものであり、且つ強仲線加工 |請求項1|| C:0.5~1.0% (質量%の意味、 遅れ破壊性に優れた高強度線材。

【請求項3】 Cr. Mo. Ti. Nb. VおよびWよ 5. 5%含有するものである請求項1または2に記載の 【腈求項2】 Si:2.0%以下(0%を含まない) および/またはこっ:0. 5%以下 (0%を含まない) **丿なる群から選択される1種以上を合計で0.01~** を含有するものである請求項1に記載の高強度線材。

ュールサイズが粒度番号でNo. 7以上のパーライト組 【請求項6】 請求項1~4のいずれかに記載の高強度 加熱した後、520~650℃の温度まで急冷し、その **温度で恒温保持することにより、初析フェライト、初析** セメンタイト、ペイナイトおよびマルテンサイトの1種 または2種以上の組織生成を抑制して、パーライトノジ 娘の面積率を80%以上とし、その後強伸線加工によっ て1200N/mm2 以上の強度にすることを特徴とす 線材を製造するに当たり、蝦材を800~1000°CIC る耐遅れ破壊性に優れた高強度線材の製造方法。

燥材を製造するに当たり、鋼材の圧延または鍛造終了温 度が800~1000℃となる様に熱間圧延または熱間 ト、ペイナイトおよびマルテンサイトの1種または2種 ズが粒度番号でNo. 7以上のパーライト組織の面積率 を80%以上とし、その後強伸線加工によって1200 N/mm2 以上の強度にすることを特徴とする耐遅れ破 【請求項7】 請求項1~4のいずれかに記載の高強度 設造を行なった後、5℃/秒以上の平均冷却速度で52 **杪以下の平均冷却速度で200秒以上保持し、引き続き** 放冷することにより、初析フェライト、初析セメンタイ 3.上の組織生成を哲虧して、パーライトノジュールサイ 0~750℃の温度まで冷却し、その温度で1.0℃/ **癌性に優れた高強度線材の製造方法。**

【請求項8】 請求項1~4のいずれかに記載の高強度 よりねじ加工したものである耐遅れ破壊性に優れた高強 線材を使用し、切断後に両端節をねじ転澄または切削に

ねじ転造または切削によりねじ加工したものである耐運 ルト頭部を形成し、温聞殷造の前または後に他方端部を 線材を使用し、切断後に温間鍛造によって一方端部にポ 【請求項9】 請求項1~4のいずれかに記載の高強度 れ破壊性に優れた高強度ボルト。

[発明の詳細な説明]

A1:0. 01~0. 05%を含有する ものである請求項1~3のいずれかに記載の高強度線

樹生成を抑制して、パーライトノジュールサイズが粒度 番号でNo. 7以上のパーライト組織の面積率を80% 以上とし、その後強伸線加工によって1200N/mm 2 以上の強度にすることを特徴とする耐遅れ破壊性に優 足する様にして400℃まで冷却し、引き続き放冷する ナイトおよびマルテンサイトの1種または2種以上の組 [諸求項5] 請求項1~4のいずれかに記載の高強度 度が800~1000℃となる様に熱間圧延または熱間 段造を行なった後、平均冷却速度∨が下記(1)式を満 象材を製造するに当たり、鋼材の圧延または鍛造終了温 ことにより、初析フェライト、初析セメンタイト、ペイ れた高強度線材の製造方法。

[000] (線径) -1.4

166×(緯径)-1.4≦V≦288×

:: 3

でありながら耐遅れ破壊性に優れた高強度線材、および 汝高強度線材からなる高強度ポルト等に関するものであ その様な高強度線材を製造する為の有用な方法、並びに [発明の属する技術分野] 本発明は、自動車用や各種産 **幹機械用として使用されるポルト用として適した高強度 模材、およびその製造方法並びに高強度ポルト等に関す** るものであり、特に引張強度が1200N/mm~ 以上

[0002]

等)が使用されており、焼入れ・焼戻しによって必要な 独度を確保する様にしている。しかしながら、自動車用 では、引張強さが約1200N/mm~を超える領域に なると、遅れ破壊が発生する危険があり、使用上の制約 素合金質 (SCM435、SCM440、SCr440 や各種産業機械用として使用される一般の高強度ポルト 【従来の技術】一般の高強度ポルト用鋼としては、中炭

が一応認められているものの、遅れ破壊を防止する為の 度、組織、材料硬さ、結晶粒度、各種合金元素等の関与 【0003】遅れ破壊は、非腐食性環境下で起こるもの と腐食性環境下で起こるものがあるが、その発生原因は 一概に上記原因を特定することは困難である。 上記の様 有効な手段が確立されている訳ではなく、 試行値説的に 種々の要因が複雑にからみあっていると含われており、 種々の方法が提案されているに過ぎないのが実状であ な遅れ破壊性を左右する制御因子としては、焼戻し温

る。これらの技術は、各種の主要な合金元素を関整する [0004] 耐運れ破壊性を改善する為に、例えば特開 昭60-114551号、特開平2-267243号お よび特開平3-243745号等の技術が提案されてい ことによって、引張強さが1400N/mm² 以上でも

特開平11-315349

耐避れ破壊性が優れた高強度ポルト用類の関発を目指してなされたものである。しかしながらこれらの技術によって、遅れ破壊発生の危険が完全に解消されたと言う駅ではなく、それらの適用範囲はごく限られた範囲に止ま

[0005] [発明が解決しようとする課題] 本発明はこの様な事情 に着目してなされたものであって、その目的は、引張強 度が1200N/mm² 以上でありながら耐避れ破壊性 に優れた高強度線材、およびその様な高強度線材を得る 為の有用な方法、並びに上記の特性を有する高強度ポル トを提供することにある。

ることも有効である。

[0006] [課題を解決するための手段] 上記目的を選成し得た高 強度様材とは、C:0.5~1.0%を含む倒からな り、初析フェライト、初新セメンタイト、ペイナイトお よびマルテンサイトの1種または2種以上の組織生成を 印制し、パーライト/ジュールサイズが粒度番号でN 0.7以上のパーライト組織の面積距を80%以上とし たものであり、且つ強伸線加工によって1200N/m 2以上の始度にしたものである点に要旨を有するもの

166×(線路)-1.4≦∨≦288× [0009] また本発明の高強度検材は、解材を800 ~1000℃に加熱した後、520~650℃の温度ま で急冷し、その温度で値温保持することにより、初析フェライト、切析セメンタイト、ペイナイトおよびマルテンサイトの1種または2種以上の組織生成を抑制して、パーライトジュールサイズが粗度番号でNo.7以上のパーライト組織の面積年を80%以上とし、その後強伸検加工によって1200N/mm²以上の強度にする場合しても製造することができる。

[0010] 更に、本発明の高強度線材は、傾材の圧延 または設造終了温度が800~1000℃となるように 熱間圧延または熱間設造を行なった後、5℃/秒以上の 中均冷却速度で520~750℃の温度まで冷却し、そ の温度で10℃/秒以下の平均冷却速度で200秒以 上保持し、引き様き放冷することにより、初桁フェライト、初桁セメンタイト、ベイナイトおよびマルテンサイトの1種または2種以上の組織生成を抑制して、パーライトがはの正視なを抑制して、パーライトがはの面積率を80%以上とし、その後強伸線加 エによって1200N/mm²以上の強度にする様にしても製造することができる。

「0011]一方、上記本発明の高強度接材を素材として使用し、所定の長さに切断した後、(1) 両端部をむじ転途または切削によりねじ加工するか(スタッドボルトにする)、または(2) 温間鍛造によって一方端部にボルト頭部を形成し、温間鍛造の削または後に他方端部をむじ転送または切削によりねじ加工すること、等によって優れた耐遅れ破壊を発揮する高強度ボルトが得らって優れた耐遅れ破壊を発揮する高強度ボルトが得ら

である。ここでパーライトノジュールとは、パーライト 中のフェライトの結晶方位が揃った領域を意味する。

[0007] また本発明の高強度線材には、必要に応じて(1) Si:2、0%以下(0%を含まない) および/字にはco:0、5%以下(0%を含まない)、(2) Cr, Mo, Ti, Nb, VおよびWよりなる群から選択される1種以上を合計で0、01~0、05%、特を含有させ%、(3) Ai:0、01~0、05%、特を含有させ%、(3) Ai:0、01~0、05%、特を含有させ

[0008]上記の様な高速度線材を製造するに当たっては、類材の圧延または鍛造終了温度が800~1000となる様に熱間圧延または粉間鍛造を行なった後、中均冷却速度 Vが下記(1)式を満足する様にして400でまで治却し、引き機き放冷することにより、初折フェライト、切析セメンタイト、ベイナイトおよびマルデンサイトの1損または2種以上の組織生成を抑制して、パーライト/ジュールサイズが粒度番号でNo.7以上のパーライト組織の面積率を80%以上とし、その後強伸にすれば良い。

(模怪) -1.4 … (1)れる。

#**6.** [0012] [独明の実施の形態] 本発明者らは、従来のポルト用高 強度鋼の耐湿れ破壊性が劣る原因について様々な角度から検討した。その結果、従来の改善方法では、組織を焼 戻しマルテンサイトとして、焼戻脆性域の回避、粒界偏 析元素の低減、結晶粒微細化を図ることによって耐遅れ 破壊性を補ってきたが、こうした手段では高強度刷の耐 遅れ破壊性を向上させるのには限界があることが判明し 7-5 【0013】そこで本発明者らは、耐遅れ磁境性を更に向上させるために観意研究を重わた結果、組織をある制約を表ったパーライト主体の組織とし、強伸線加工により1200N/mm2以上の造度とすれば、耐湿れ破機性が改善されることを見出し、本発明を完成した。

性が改善されることを実出し、本等的を元化した。
[0014]本発明の高速度検付は、上述の如く初折フェライト、初行セメンタイト、ペイナイトおよびマルテンサイトの1着または2種以上の結婚生成を抑制して、パーライトンジュールサイズが結び番号でいり・フ以上のパーライト結婚の面積単を8の%以上とする必要がある。上記組織のうち、初析フェライトと初析セメンタイトが多く生成すると、仲親時に経費れる起こして解説がつきむくなり、途仲積加工によって、1200N/mm2の対度を得ることができなくなり。非社が市セメンタイトとフルテンサイトは、神様時に節模を引き起こすのでかなくする必要がある。更に、ペイナイトはパーライトに比べて加工硬化量が少なくなるので、強伸線加工による過度上昇が組めないのでできるだけ少なくする必要が

(10015] 一方、残砂のパーライト組織は、セメンタイトとフェライトの界面で水素をトラップし、租界に業様する水素を低減させる効果があり、できるだけ多くする必要がある。こうしたことから、初桁フェライト、切がセメンタイト、ベイナイトおよびマルテンサイトの1種または2種以上の組織生成をできるだけ抑制して(即ち、20%未満にして)、パーライト組織の面積率を80%以上とする必要がある。過パーライト組織の面積率を1、呼ましくは90%以上とするのが良く、より辞ましくは100%パーライト組織とするのが良い。

率を80%以上にすることにより、優れた耐遅れ破壊性 が遠成されるのである。尚パーライトノジュールサイズ よび靱性が向上し、こうした観点からも耐遅れ破壊性が が粒度番号でNo.7以上であるパーライト組織の面積 は、粒度番号でNo. 8以上とするのが好ましく、より する。これによって遅れ破壊発生時に見られる粒界破壊 が抑制され、耐運れ破壊性が改善される。またパーライ トノジュールサイズを敬細化することによって、砥柱お ト、ペイナイトおよびマルテンサイト等の結構の少なく とも1種をできるだけ少なくして、その合計の面積率が 20%未遊となる様にしたペーライトノジュールサイズ ジュールサイズが粒度番号でNo. 7以上であることが 必要である。パーライトノジュールサイズが粒度番号で No. 7未満では、破断絞り値が低くなり、その後の冷 間仲線が困難となり、必要な強度が得られない。これに 対してパーライトノジュールサイズを敬錮にすると、粒 界に負荷する広力が低減されると共に、粒界強度が上昇 [0016] また上記パーライト組織は、パーライトノ 改善される。即ち、初析フェライト、初析セメンタイ 好ましくはNo. 10以上とするのがよい。

[0017] 本発明の段材においては、圧延のままおよび倒進ままでは必要なす法精度が得られず、また1200N/mm² 以上の強度を得ることが困難になるので、強伸稳加工が必要となる。また強伸線加工によって一部のパーライト中のセメンタイトが微細に分散され、水素トラップ能力を向上させると共に、伸線方向に沿って組織が並ぶことによって包製の進展の抵抗になる(亀製伝播方向は伸接方向に番頂である)。

【0018】本発明の高強度線材は、Cを0.5~1.0%含む中效素額を想定したものであるが、C含有量の問題限定理由は、下記の通りである。【0019】C:0.5~1.0%

Cは貿の治度施保の為に必要且つ経済的な元素であり、C含有量を増加させるにつれて強度が増加する。目標強度を確保する為には、CはO. 5%以上含有させる必要がある。しかしながら、C含有量が1.0%を超えると、初折セメンタイトの折出量が増加し、靱域性の低下が倒着に現れ、特線加工性を劣化させる。C含有量の好ましい下限は、O. 65%であり、より好ましくはO.

7%である。またC含有量の序ました限は、O.95%であり、より好ましくはO.9%とするのが良い。 [0020]本独明の高強度像材は、適常添加される各種元素(Si.Co.Mn.Cu.Ni.Cr.Mo.Ti.Nb.V.W.Al.B等)を含有しても良いことは勿論であるが、特に所定量のSiやCoを含有させることは、切がセメンタイトの析出を抑制する上で有効であり、またCr.Mo.Ti.Nb.V.W.Alは

枯晶粒を微細化してパーライトノジュールサイズを敬題

化するのに有効である。必要によって添加される各元素

の限定理由は下記の通りである。

[0021] <u>Si:2.0%以下(の発を含まない)</u>Siは顕線の挽入れ性を向上させて初析セメンタイトの析出を叩える効果を発揮する。また脱酸剤としての作用が期待され、しかもフェライトに固溶して顕著な固溶強化作用も発揮する。これらの効果は、その含有量が増加するにつれて増大するが、Si含有量が透刺になると特線後の類線の延性を低下させるので、2.0%を上限する。尚Si含有量の好ましい上限は、1.0%であり、より好ましくは0.5%である。

[0022] <u>Co:0.5%以下(0%を含まない)</u> CoはS:と同様に初折セメンタイトの拓出を抑制する 効果があり、初析セメンタイトの低減を図る本発明の高 強度における添加成分としては特に有効である。こうし た効果は、含有量が増加すればするほど増大するが、 0.5%を超えて含有させてもその効果は飽和して不軽 済となるので、その上限を0.5%とした。尚Co含有 量の好ましい範囲は0.05~0.3%であり、更に好 ましくはその下限を0.1%、その上限を0.2%とするのが良い。

50.07-Rで。 【0023】Cr, Mo, Ti, Nb, VおよびWよりなる群から選ばれる1種以上:合計で0, 01~0.5 9. これらの元素は、微細な故・選化物を形成して耐湿れ破 環体の向上に寄与する。またこれらの数化物および窒化 物は、パーライトノジュールサイズを微細化する上でも 有効である。こうした効果を発揮させる為には合計で 0.01%以上含有させる必要があるが、過剰に含計で せると耐湿れ破壊性および靭性を阻塞するので、合計で 0.5%以下にする必要がある。尚これらの元素含有量 の好ましい下限は合計で0.02%であり、より辞まし くは0.03%とするのが良い。また好ましい上限は合 計で0.3%であり、より好まし [0024] <u>A1:0.01~0.05%</u> A1はGG中のNを指捉してA1Nを形成し、パーライト ノジュールサイズを敬細化することによって耐避れ破壊 性の向上に寄与する。その為には、0.01%以上含有 させる必要があるが、0.05%を超えると쮪化物系介

在物や酸化物系介在物が生成し、伸線性が低下するの

9

で、0.05%以下にする必要がある。尚A1含有量の 好ましい下限は0.025%であり、好ましい上限は 0. 035%TBB.

上限とする。尚Mn含有量の好ましい下限は0.40% 要がある。しかしながらMn含有量が過剰になると、M 徴が生成して仲線加工性を劣化させるので、1.0%を であり、より好ましくは0. 45%とするのが良い。ま Mnは脱酸剤としての効果と、蝦線の焼入性を向上させ て銅線の組織の均一性を高める効果を発揮する。これら の効果を発揮させる為には、0.2%以上含有させる必 この偏折部にマルテンサイトやペイナイトなどの過冷粒 たMn合有量の好ましい上限は0.70%であり、より **好ましくは0. 55%とするのが良い。**

0. 05%であり、より好ましくは0. 1%とするのが 元素である。しかしながら過剰に添加すると、粒界瞼化 Cult析出硬化作用によって蜘線の高強度化に寄与する 0. 5%を上限とする。尚こい含有量の好ましい下限は を起こして耐遅れ破壊性を劣化させる原因となるので、 良い。またこu含有量の好ましい上限は0.3%であ [0026] Cu:0.5%以下(0%を含まない) り、より好ましくは0.2%とするのが良い。

の砌性を高める効果を有する。しかしながら、Ni含有 盤が過剰になると、変態終了温度が長くなり過ぎて、設 備の大型過、生産性の劣化を来すため、1.0%を上限 とする。尚Ni含有量の好ましい下限は0.05%であ 含有量の好ましい上限は0.5%であり、より好ましく Niは鰯線の強度上昇にはあまり寄与しないが、伸線材 り、より好ましくは0、1%とするのが良い。またNi 【0027】Ni:1,0%以下(0%を含まない) は0. 3%とするのが良い。

有すると知って靭性を阻害する。尚B含有量の好ましい **F限は0.0010%であり、好ましい上限は0.00** 日は頃の焼入れ性向上の為に添加されるが、その効果を 発揮するためには、0.0005%以上含有させる必要 がある。しかしながら、0.003%を超えて過剰に含 [0028] B: 0. 0005~0. 003% 25%である。

166×(線径)-1.4≦∨≦288× **甞を与える。しかしながら、過剰に含有すると窒化物が** て、結晶粒の微細化ひいては耐湿れ破壊性の向上に好影 [0029] N:0.015%以下(0%を含まない) NはAINやTiN等の窒化物を形成することによっ

【0035】この工程によって、通常の圧延材よりも均 ** 質なパーライト組織が得られ、伸線前の強度上昇が図れ る。圧延または鍛造終了温度が高過ぎると、オーステナ ナイト化が不十分となり、均質なパーライト組織が得ら れなくなる。こうした現点から、上記終了温度は800 イト粒径が粗大となり、パーライトノジュールサイズの 粗大化を招く。逆に、終了温度が低過ぎると、オーステ

Nが伸線中の時効を促進することがあるので、0.01 5%以下にする必要がある。尚N含有量の好ましい上限 は0.007%であり、より好ましくは0.005%以 増加し過ぎて仲線性に悪影響を及ぼすだけでなく、固治 下にするのが良い。

C、P. SおよびOについては、下記の様に抑制するの [0030] 本発明の高強度操材においては、上記成分 の他(残邸)は基本的に鉄からなるものであるが、これ ら以外にも微量成分を含み得るものでり、こうした成分 が良い。更に、本発明の高強度線材には、不可避的に不 **棹物が含まれることになるが、それらは本発明の効果を** を含むものも本発明の技術的範囲に含まれるものであ る。またその特性を更に良好にするという観点からし 損なわない限度で許容される。

[0031] P: 0, 03%以下 (0%を含む)

Pは粒界偏析を起こして、耐遅れ破壊性を劣化させる元 0. 015%以下に低減するのが好ましく、より好まし **熱である。そこでP含有量を0.03%以下とすること** により、耐遅れ破壊性の向上が図れる。尚P合有量は、 くは0.005%以下にするのが良い。

驺にはS含有量をできるだけ減少させることが必要とな Sは鋼中でMnSを形成し、応力が負荷されたときにM nSが応力集中箇所となる。従って、耐避れ破壊性の改 り、0.03%以下にするのが良い。尚S含有量は、 [0032] S:0. 03%以下 (0%を含む)

0. 01%以下に低減するのが好ましく、より好ましく

原因となる。従って、〇含有量は極力少なくすべきであ 尚の含有量は、0.003%以下に低減することが好ま しく、より好ましくは0.002%以下に低減するのが **りは常温では鍋にほとんど固溶せず、硬質の酸化物系介** 在物として存在し、仲線時にカッピー断線を引き起こす り、少なくともの、005%以下に抑える必要がある。 [0033] 0:0.005%以下(0%を含む) 40.005%以下にするのが良い。

用は下記の通りである。まず上記の様な化学成分組成を **法によって製造することができるが、各方法における作** 有する蜘材を用い、蜘材の圧延または鍛造終了温度が8 00~1000℃となる様にに熱関圧延または熱間鍛造 を行なった後、平均冷却速度 / が下記(1)式を満足す [0034] 本免明の高強度線材は、上記した各製造方 る様にして400℃まで冷却し、引き焼き放冷する。 (模怪) -1.4

い範囲は850~950℃程度であり、更に好ましくは ~1000℃とする必要がある。この加熱温度の好まし 850~900で程度である。

-1.4よりも小さくなると、均質なパーライト組織が得ら れなくなるばかりか、初析フェライトや初析セメンタイ トが生成し易くなる。また平均冷却速度Vが288× 【0036】上記平均冷却速度Vが166×(模怪)

(特怪) -1.4よりも大きくなると、ペイナイトやマルテ ノサイトが生成し弱くなる。

ヒによっても、通常の圧延材より均質なパーライト組織 [0037] また本発明の高強度線材は、上記の様な化 し、その温度で恒温保持 (パテンティング処理) するこ 学成分組成を有する餌材を用い、この餌材を800~1 000℃に加熱後、520~650℃の温度まで急冷 が得られ、仲粮前の強度上昇が図れる。

[0038] この方法において、飼材加熱温度の規定範 処理は、ソルトパス、鉛、流動層等を利用し、加熱した また均質なパーライト組織を得るには、520~650 度の好ましい温度範囲は、550~600°Cであり、最 も好ましい恒温保持温度はTTT段図のパーライトノー **割については、上記圧延または鍛造終了温度と同じ理由** の好ましい範囲は、上記と同じである。パテンティング **Cで恒温変態させることが必要である。この恒温変態温** で800~1000℃とする必要がある。この加熱温度 線材をできるだけ速い温度で急冷することが留ましい。 ズ付近の温度である。

した後、5℃/秒以上の平均冷却速度で520~750 によっても、通常の圧延材よりも均質なパーライト組織 が得られ、伸線前の強度上昇が図れる。こうした方法を 【0039】一方、鋼材の圧延または假造終了後温度が Cの温度まで冷却し、その温度から1°C/秒以下の平均 800~1000℃となる様に熱間圧延または熱間鍛造 冷却速度で200秒以上保持し、引き続き放冷すること 採用するときの各工程における作用は下記の通りであ 【0040】まず圧延または鍛造終了後温度の規定範囲 上記と同様である。熱間圧延後または熱間鍛造後の冷却 速度が遅過ぎると、冷却中にフェライト変態を引き起こ す可能性があり、できるだけ遠い冷却速度で冷却するこ とが好ましい。そこでこのときの冷却速度は5℃/杪以 **上と規定した。この冷却速度の好ましい範囲は、10℃** る。この冷却によって520~750℃まで冷却する必 要があるが、この冷却終了温度が520℃未満または7 50℃を超えると、その後の徐冷によってパーライト以 については、上記館村加敷温度と同様の理由で800~ /秒以上であり、より好ましくは30℃/秒以上であ 1000℃と定めた。またこの温度の好ましい範囲は

外の組織が生成し易くなる。

ったり、保持時間が200秒未満になると、パーライト サイトが生成し易くなる。尚この冷却速度の好ましい範 囲は、0. 5℃/秒以下であり、より好ましくは0. 2 で一秒以下とするのが良い。また上記保持時間の好まし い範囲は、300秒以上であり、より好ましくは600 [0041] 上記で冷却した後は、均質なパーライト組 **豊を得るという観点から、その温度(520~750℃** の温度:徐冷開始温度)から1℃/秒以下の平均冷却速 度でで冷却(徐冷)しつつ200秒以上保持する必要が ある。このときの平均冷却強度が1°C/秒よりも強くな 組織に変態する前に故冷されて、ペイナイトやマルテン 秒以上とするのが良い。尚TTT韓図のパーライトノー ズ付近の温度に長く保持することが最も好ましい。

し、所定の長さに切断した後、(1)両端部をねじ転造 温間銀造法を採用するのは、線材の強度が高いため、通 常の冷間鍛造では所定のボルト形状に成形しにくいとい 【0042】上記の様にして得られた高強度模材を使用 部を形成し、温閒殷造前または後に他端部をねじ転造ま たは切削によりねじ加工すること、等によって優れた耐 または切削によりねじ加工するか(スタッドポルトにす る)、蚊は(2)温閒鍛造によりその一端部にポルト頣 尚上記 (2) の方法においてポルト頭部を形成する際に 遅れ破壊特性および強度を発揮するボルトが得られる。 う理由からである。

【0043】以下本発明を実施例によって更に詳細に説 はなく、前・後記の趣旨に覚して設計変更することはい 明するが、下記実施例は本魠明を限定する性質のもので ずれも本発明の技術的範囲に含まれる。

[0044]

【寒焰例】寒焰例1

5記表1に示す化学成分組成を有する供試鋼を用い、線 怪:11mmゆまたは14mmゆまで圧延終了温度が約 930℃になる様に熱間圧張した後、平均冷却速度∨を 4. 1~12. 3℃/秒 (下記表2)の範囲として衝風 令却した。その後、線径:7.06mmまで伸線した (毎穏単:59%,75%)。

[0045] [费1] 本はかの記載

194-17 44.7 (%)

| スーツムト本母|| 超数母(%)

セラケンナムト 恒報径(%)

(※) 普島図

だだれメンタムで 四部等(名)

自定レイルイト 同な番(K)

#100M

೦೦ಜ

00

| | | | | _ | _ | _ | _ | | _ | | | | - | _ | _ | _ | _ | - | = | _ | _ |
|---------|-----|--------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----------|---------|---------|--------|--------|-----------------|---------------------|-------|------------------|
| | その街 | ı | ı | • | 1. | | 1 | 1 | 1 | ı | Co:0.43 | Gr:0.31 | Mo: 0. 20 | Ti:0.03 | No:0.05 | V:0.10 | W:0.30 | Ti:0.02,Nb:0.05 | T1:0, 02, B:0, 001, | | Cr:0.95, Ko:0.18 |
| | 0 | 0.0008 | 0.000 | 0.0007 | 0.000 | 0.0007 | 0.0007 | 0.0006 | 0.0055 | 0.0005 | 0.008 | 0.004 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0004 | 0.0005 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0006 | 0.000 | 9000 0 |
| (質量%) | z | 0.005 | 90.0 | 0.005 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | o. 992 | 0.00 | 90.0 | 0.002 | 0.005 | 0.00 | 0.08 | 0.010 | 0.012 | 0.011 | 0.03 | 0.003 | 0.00 | 0.003 |
| 8 | Α1 | 0.031 | 0.028 | 0:030 | 0.027 | 0.031 | 0.030 | 0.033 | 0.031 | 0.030 | 0.032 | 0.029 | 0.030 | 0.035 | 0.029 | 0.030 | 0.030 | 0.029 | 0.030 | 0.00 | 0.033 |
| 华 | S | 0.002 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 90.0 | 0.03 | 0.003 | 0.005 | 0.005 | 0.003 | 0.002 | 0.003 | 0.00 | 0.003 | 0.00 | 0.003 | 0.005 | 0.005 | 0.003 |
| : (F | P. | 0.008 | 0.00 | 0.007 | 0.008 | 0.002 | 0.004 | 0.00 | 0.002 | 9.00 | 0.00 | 0.00 | 900.0 | 0.002 | 9.00 | 0.001 | 0.00 | 0.000 | 0.002 | 900.0 | 0.002 |
| | Μ'n | 0.50 | 0.49 | 0,50 | 0.45 | 0.53 | 0.53 | 25 | 0.0 | 1.22 | 0.73 | 9.5 | 9.50 | 0.7 | 0.68 | 0.70 | 0.75 | 0.72 | 0.50 | 9.0 | 0.70 |
| | S | 0.82 | 0.81 | 0.82 | 0.52 | 0.90 | 1.23 | 2.23 | 0.83 | 0.85 | 0.79 | 0.78 | 0.80 | 0.87 | 0.89 | 0.84 | 0.85 | 0.80 | 0.79 | 1.0 | 0.19 |
| | v | 0.55 | 0.62 | 8.0 | 0.97 | 1.30 | 0.84 | 0.30 | 0.88 | 0.87 | 0.92 | 0.87 | 0.85 | 0.92 | 0.88 | 0.87 | 0.85 | 0.82 | 0.82 | 0.89 | |
| #ECENT | | 4 | 8 | ن | 0 | ய | Œ | 5 | = | | ר | ᅩ | .1 | Σ | z | 0 | а | ď | œ | ß | - |

間後の破断の有無で評価した。また初析フェライト、初 **ーライト組織の分類を下記の方法で行ない、各組織の面** のについては、焼入れ・焼戻しを行って100%焼き戻 しマルテンサイト組織にしたものについても遅れ破壊試 【0046】得られた各種線材を用い、図1に示すMB × P 1. 25のスタッドボルトを作製し、遅れ破壊試験 (15%HCI×30分)、水洸・乾燥した大気中で応 力負荷(負荷応力は引張り強さの90%)し、100時 折セメンタイト、ベイナイト、マルテンサイトまたはパ 下記の方法で測定した。このとき比較の為に、一部のも 積取を求めた。更に、パーライトノジュールサイズを、 を行なった。遅れ破壊試験は、ポルトを酸中に浸漬後 験を行なった(後起我2のNo. 19)。

組織の面積率を求めた。尚パーライト組織と区別がつき **にくい、ベイナイト組織や初析フェライト組織について** 【0047】(各組織の分類方法)線材の横断面を埋め 込み、田昭後、5%のピクリン数アルコール液に15~ ライト組織部分を確定した後、画像解析装置によって各 (SEM) によってD/4(Dは直径)部を組織観察し た。1000~3000倍で5~10視野撮影し、パー は、図2(図面代用顕微鏡写真)に示す様な組織をベイ 3 0 秒間没漬して腐食させた後、走査型電子物顕微鏡

ナイト組織とし、図3(図面代用顕微鏡写真)に示す様 な組織を初析フェライト組織と判断した。これらの組織 旧オーステナイト結晶粒界に沿って針状に析出し、マル の傾向として、也拾フェライトと初桁セメンタイトは、 トンサイド存私状にだ田したいた。

タール液に2~10秒間浸漬した後、光学顕微鏡によっ 法)模材の横断面を埋め込み、研磨後、1~2%のナイ てD/4(Dは直径)街を組織観察した。 パーライトノ ジュールの粒度番号は、JIS G0551またはJI S G0552のオーステナイト結晶粒度またはフェラ 【0048】 (パーライトノジュールサイズの避定方 イト結晶粒度と同じ単位(粒度番号)で規定した。

前囲 [前記(1)式を満足する範囲] は、線径が14m [0049] 各様材の組織を平均冷却速度Vと共に下記 と共に下記费3に夫々示す。尚平均冷却速度Vの適正な 線径が11mmのときに5.78≦V≦10.03 (℃ **翌2に、遅れ破壊試験結果を伸線条件および機械的特性** mのときに4. 12≦∨≦7. 16 (℃/秒) であり、 /秒) である。

[0000] [泰2]

[聚3]

880℃×30分-00、460℃×90分-WC(100%免扱しマルチンサイト組織)

۳

==

[0051]

HOR 100

8.5

88

医

8.6

е С 89

9 9 882 883

0

001 90 8

E

22

8.8 4.5 9.6

| 护 | 比較的 比較的 比較明 | 在 | LINE | 姚施例 | 数字的 数字的 | 比欧研 | 知能例 知识的 知识的 知识的 知识的 知识的 知识的 知识的 知识的 知识的 | 比較的 | 1 LICE FR |
|-----------------|----------------------|----------------------|--------------|------|---|----------|--|--------------|-----------|
| 政権を存む | ı×× | 000 | 1 | 0 | 1 1 | ٠ | 00000000 | - | × |
| 中提件 | 如便不足 良好 良好 | 跳 | 影響 | 與 | を表 | 35 | 海路海路海路海路 | 81 /9 | ï |
| (米) | 7 59 59 | 76 59 59 | : # f | 63 | 783 783 | एक्ष ग्र | មិន | r8.f | - |
| EM SE | 1124 1289 1571 | 1249 1462 1634 | 原籍で存譲さ | 1619 | 素値の容能 を を を を を を を を は を は の を は の を は る に る に る に る に る に る に る に る に る に る | 節機で存録す | 16889 176522 176522 16363 1613 16885 1471 | 原接で伸接で | 1318 |
| 是收益(mm) | 7.06 | 7.06 7.06 7.06 | 7.06 | 7.06 | 7.06 | 706 | 706 | 7.08 | 7. 06 |
| が開始の | 756 937 1219 | 833 1110 1213 | 1714 | 1253 | 1662 | 1365 | 11233333 | 1261 | , |
| 初原保存(mm) | 000 | 000 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | | 11.0 | ١ |
| No. | -0m | 4100 | 7 | 8 | 6.5 | = | 22222222 | 12 | 22 |

[0052] 英施例2

前記表1に示した供試鋼Cを用い、線径:11mmゆま で圧延終了温度が約930℃になる様に熱間圧延した後 息冷し、下記表4に示す条件にてパテンティング処理

65℃×4分) した。その後、緑径:7.06mmまで **神線した (伸線陣:59%)**

[0053]

[聚4]

(加熱温度:750~935℃、恒温変態:495~6

9

| 25 O. | パチンチィング時 位面保持の加速(で) 四度(で) | (五) 五百百万十 | 記形フェライト 回数群 (%) | 初ポフェライト 台がセメンタイ スムナイト 回数時(X) ト節数数(X) 国際番(X) | ペンナイト 国際事 (米) | トラナンサムト スーセイト ノジューグナ 音形 国質量 (名) 「超数骨(名) イバ (No.) | バーシィト ノジェーグ 超版等 (%) イズ (%) | 132-154 17 (No.) | E. |
|-------|---------------------------|--------------------------|--------------------|--|---------------|---|-------------------------------|--|----------------|
| 2 | 936 | 568 | 4 | ۰ | 0 | 0 | 96 | 8.3 323698 | X |
| 2222 | 1050 750 930 935 | 580 580 855 800 | 35 27 0 | 10000 | 8008 | | 86 65 73 | . 19. 19. 19. 19. 19. 19. 19. 19. 19. 19 | HERON HERON |

条件および機械的特性と共に下配扱5に夫々示す。 たM8×P1. 25のスタッドポルトを作製し、 選れ破 壊試験を実施例1と同様にして行なった。各線材の組織 【0054】得られた各種線材を用い、前配図1に示し

[0055] [泰5]

を前記費4に併記すると共に、遅れ破壊試験結果を伸線

無疑な 富富富 墨 世 蓝 第(%) 550 59 7.06 配線で曲線できず #11以は後 27以時速度 BB#4条(2 BB#4等) (mm) (N/mm*) (mm) (N/mm*) 1584 1533 1511 1560 7. 06 7. 06 7. 06 7.06 1232 1181 1159 1255 1208 000 11.0 11.0 12 N SE 2828 ន

対理

0

部

比較別

線径: 7. 06mmまで伸線した (伸線率:59%) [0057] [泰6] 前記表1に示した供試鋼のを用い、下記数6に示す圧延 条件にて模径:11mmゆまで熱間圧延した。その後、 【0056】 玻施例3

憲 放心理器過度 (C) 525 476 490 (多) 250 250 800 徐帝の帝哲関政(でノジ) 20 00 000 | 田延後帝却速度 徐冷開始温度 (で/物) (で) 575 675 570 30 25 30 田延終了溫度 (で) 930

的特性と共に下記数8に夫々示す。 [0059] [费7] たM8×P1. 25のスタッドポルトを作製し、遅れ破 壊試験を実施例1と同様にして行なった。各線材の組織 を下記扱7に、遅れ破壊試験結果を伸線条件および機械 【0058】得られた各種線材を用い、前記図1に示し

| E | 東語四世紀四世 | 上段明 上段明 上段明 上段明 上段明 |
|---------------------|----------------|---|
| 122-At | 8. 5 8. 3 | 0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0. |
| パーシイト 函数母 (K) | 93 88 94 | 9 0 0 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 |
| マルテンサイト 両債本 (%) | 000 | 0 0 0 0 10 17 |
| ペイナイト 回復専 (%) | 000 | 10 0 0 32 20 20 |
| 初析セメンタイト 面積率 (%) | 000 | 000000 |
| 初析フェライト 面積率 (%) | 111 | 4 4 2 0 4 8 0 0 0 |
| No. | ននន | **** |

ļ

[0900]

| - 1 | | | | [発 | [泰8] | | | |
|-----|--------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------|------------------------------|------------|--------------------------|
| | 初期線径 (mm) | 打牌強度 (Nm²) | 最終保護 (mm) | 最終強攻 (Wm³) | 無 (%) | 伸發性 | 耐湿れ 破壊性 | 在化 |
| | 11.0 | 1216 1220 1202 | 7. 06 7. 06 7. 06 | 1568 1572 1555 | 59 59 59 | 商品商 | 000 | 英語 新聞 新聞 |
| l . | 11.0 | 1232 1108 1133 | 7.06 7.06 7.06 | 1582 1455 1485 | 69 69 69 | 超 | ××× | 比较知 |
| 1 | 0000 | 1159 1254 1233 1331 | 7. 06 7. 06 7. 06 7. 06 | 監論で無線 にはいます。 にはではは に対けてはない。 | にきず にきず にきず | 8949 8449 8448 8448 | 1111 | 比較別 比較別 比較別 比較別 |

mm² 以上であっても、優れた耐遅れ破壊性を有してい 【0061】これらの結果から明らかな様に、本発明蝦 の要件を満足するポルトは、引張り強度が1200N/ ることがわかる。

れており、引張強度が1200N/mm² 以上でありな **がら耐遏れ破壊性に優れた高強度線材、およびその様な** 【発明の効果】本発明のポルト用鋼は以上の横に構成さ 高強度線材を得る為の有用な方法、並びに上配の特性を [0062]

7.85

[図1] 実施例において遅れ破壊試験に供したポルトの **育する高強度ポルトが実現できた。** [図面の簡単な説明]

[図2] ペイナイト組織を示す図面代用顕微鏡写真であ 【図3】初析フェライト組織を示す図面代用顕微鏡写真 3.状を示す概略説明図である。

[図2]

[⊠ 1

[図3]

001mm (×14KI)

9004mm, (×500)

フロントページの統件

C22C 38/10 F16B 35/00 -u 植別配号 38/30 C22C 38/10 F16B 35/00 (51) Int. Cl. 6

38/30

神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会 社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内 (72) 発明者 家口 浩